

02 P 18 186

B2

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Mai 2002 (16.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/38927 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02C 3/34
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB01/02075
(22) Internationales Anmeldedatum:
6. November 2001 (06.11.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

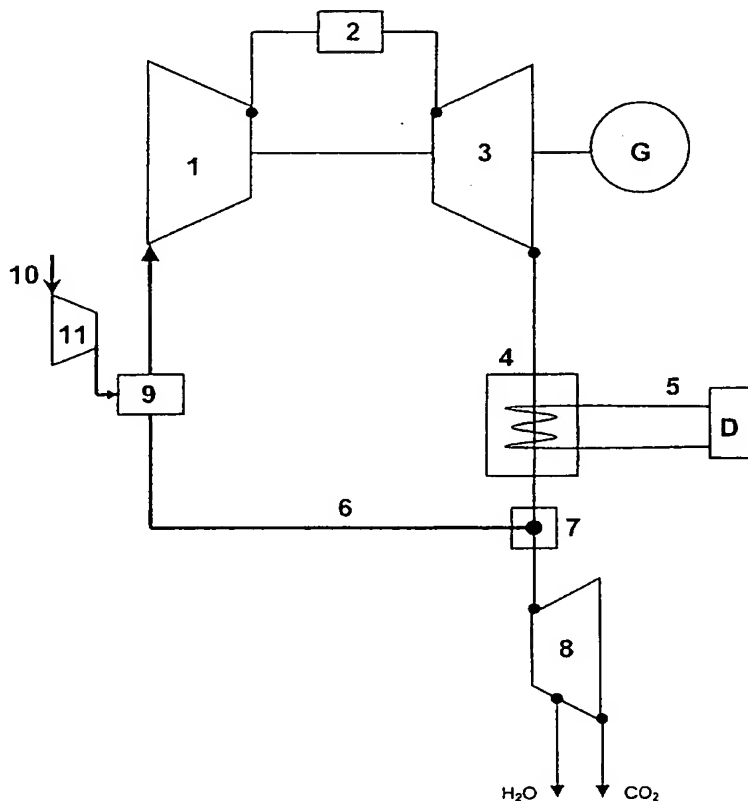
(30) Angaben zur Priorität:
100 56 128.4 13. November 2000 (13.11.2000) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): ALSTOM (SWITZERLAND) LTD [CH/CH];
Brown Boveri Str. 7, CH-5401 Baden (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BACHMANN, Rolf
[CH/CH]; St. Johannerstr. 51, CH-5312 Döttingen (CH).
LIEBIG, Erhard [DE/DE]; Fridolin-Lauber-Strasse 19,
79725 Laufenburg (DE).(74) Anwalt: BOLIS, Giacomo; ALSTOM (Schweiz) AG,
Intellectual Property CHSP, Haselstrasse 16/699/5. OG,
CH-5401 Baden (CH).(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,
MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A GAS TURBINE SYSTEM, AND A CORRESPONDING SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER GASTURBINENANLAGE SOWIE EINE DEMENTSPRE-
CHENDE ANLAGE

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a gas turbine system, and to a corresponding gas turbine system, in which the supply air is compressed, mixed with fuel and brought to combustion, whereby a working substance results that drives the gas turbine. The heat contained inside the working substance is used after leaving the gas turbine system by leading the working substance through a waste heat boiler. The invention is characterized in that at least a portion of the working substance exiting the waste heat boiler is fed to the gas turbine system.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbinenanlage sowie eine hierauf gerichtete Gasturbinenanlage, bei der Zuluft verdichtet, mit Brennstoff vermischt und zur Verbrennung gebracht wird, wodurch ein Arbeitsmittel entsteht, das die Gasturbine antreibt, und bei der die im Arbeitsmittel enthaltene Wärme nach Verlassen der Gasturbinenanlage genutzt wird, indem das Arbeitsmittel durch einen Abhitzekegel geleitet wird. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Teil des aus dem Abhitzekegel austretenden Arbeitsmittels der Gasturbinenanlage zugeführt wird.

WO 02/38927 A1



SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN,
YU, ZA, ZW.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verfahren zum Betreiben einer Gasturbinenanlage sowie eine dementsprechende Anlage

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbinenanlage, bei der Zuluft verdichtet, mit Brennstoff vermischt und zur Verbrennung gebracht wird, wodurch ein Arbeitsmittel entsteht, das die Gasturbine antreibt, und bei der die im Arbeitsmittel enthaltene Wärme nach Verlassen der Gasturbinenanlage genutzt wird, indem das Arbeitsmittel durch einen Abhitzeessel geleitet wird. Ferner wird eine diesbezügliche Gasturbinenanlage beschrieben.

Stand der Technik

Bei an sich bekannten Gas- und Dampfturbinenanlagen wird die im entspannten Arbeitsmittel der Gasturbine enthaltene Wärme zur Erzeugung von Dampf für die Dampfturbine genutzt. Die Wärmeübertragung erfolgt in einem, der Gasturbine nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger, in dem Heizflächen in Form von Rohren oder Rohrbündeln angeordnet sind. Diese wiederum sind in den Wasser-Dampf-Kreislauf mit einer Dampfturbine eingebunden. Das aus der Gasturbine austretende, entspannte Arbeitsmittel wird üblicherweise dem Abhitzedampferzeuger direkt zugeführt, in welchem der Wärmeaustausch zum Wasser-Dampf-Kreislauf mit der beispielsweise Dampfturbine erfolgt. Das Arbeitsmittel gelangt nach dem Abhitzedampferzeuger üblicherweise über einen Kamin in die Umgebung. Eine derartige kombinierte Gas- und Dampfturbinenanlage ist beispielsweise den Druckschriften DE 195 44 226 A1 sowie DE 43 21 081 A1 zu entnehmen.

Das aus dem Kamin austretende Arbeitsmittel einer kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage hat trotz der in der Gasturbinenanlage erfolgten Verbrennung einen

hohen Luftsauerstoffanteil. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Gasturbinenanlage mit hohem Luftüberschuss betrieben wird, wodurch die beim Verbrennungsprozess entstehenden Verbrennungsprodukte, wie insbesondere CO₂, mit Luft regelrecht verdünnt sind. Bestrebungen zur Abgasfilterung werden durch die hohen Luftanteile im Arbeitsmittel erschwert. Daher sind aufwendige Filtertechniken nötig, um die mit Luft verdünnten Verbrennungsprodukte aus dem Arbeitsmittel auszufiltern. Hinzu kommt, dass bei hohen Luftanteilen im Arbeitsmittel hohe Stickoxid-Anteile entstehen können, die es ebenfalls gilt zu reduzieren.

Analoge Verhältnisse gelten auch für Gasturbinenanlagen mit einem nachgeschalteten Abhitzeessel als Heisswassererzeuger. Ebenso ist es denkbar die Abwärme von Gasturbinenanlagen für verfahrenstechnische Prozesse zu nutzen. Für die Gasturbinenanlagen zur Wärmenutzung arbeitsmittelseitig nachgeschalteten Apparate soll nachfolgend der Begriff des Abhitzeessels Verwendung finden.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbinenanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, dass das aus dem Abhitzeessel austretende Arbeitsmittel einen geringeren Luftanteil aufweisen soll, so dass die in der Gasturbinenanlage realisierte Verbrennung mit einem geringeren Luftüberschuss erfolgt. Insbesondere soll es möglich sein, die Emissionswerte einer Gasturbinenanlage zu verbessern und eine Voraussetzung dafür zu schaffen, auftretende Verbrennungsprodukte besser zu filtern und leichter zu entsorgen.

Ferner ist es Aufgabe der Erfindung eine diesbezügliche Gasturbinenanlage mit den vorstehend aufgezeigten Vorteilen auszubilden.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist Gegenstand des Anspruchs 1, in dem das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben ist. Anspruch 7 enthält eine erfindungsgemäß ausgebildete Gasturbinenanlage. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche

sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf das Ausführungsbeispiel zu entnehmen.

Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß dem Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist derart ausgebildet, dass wenigstens ein Teil des aus dem Abhitzekessel austretenden Arbeitsmittels der Gasturbinenanlage zugeführt wird.

Die der Erfindung zugrundeliegende Idee geht dabei davon aus, dass das aus dem Abhitzekessel austretende Arbeitsmittel im Wege eines geschlossenen Kreislaufes der Verdichtereinheit der Gasturbinenanlage zugeführt wird. Unter dem Begriff Gasturbinenanlage wird die an sich bekannte Kombination aus mindestens einer Verdichtereinheit, mindestens einer Brennkammer sowie der mindestens einen Gasturbine verstanden.

Durch die erfindungsgemäße Rezirkulation wenigstens eines Teils des aus dem Abhitzekessel austretenden Arbeitsmittels wieder zurück in die Verdichtereinheit der Gasturbinenanlage steht der beträchtliche Luftüberschuss innerhalb des Arbeitsmittels einer wiederholten Verbrennung innerhalb der Brennkammer der Gasturbinenanlage zur Verfügung. Da das Arbeitsmittel in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert, nimmt der Sauerstoffanteil pro Verbrennungszyklus innerhalb des Arbeitsmittels stetig ab. Um den Verbrennungsprozess innerhalb der Brennkammer jedoch weiterhin aufrecht zu erhalten, ist es daher erforderlich dem rezirkulierten Arbeitsmittel vor Eintritt in die Verdichtereinheit Sauerstoff zumindest in der Menge beizumischen, die während der Verbrennung benötigt wird. Die Sauerstoffzugabe kann in Form üblichen Luftsauerstoffes oder durch die Zugabe reinen Sauerstoffes oder eines Sauerstoff/Kohlendioxid-Gemisches oder eines anderen Sauerstoff enthaltenden Gemisches erfolgen.

Da die Rezirkulation des aus dem Abhitzekessel austretenden Arbeitsmittels im Wege eines geschlossenen Kreislaufes erfolgt, herrschen innerhalb der Zuführleitung zwischen dem Abhitzekessel und der Verdichtereinheit der Gasturbinenanlage vom Atmosphärendruck abweichende Druckverhältnisse, die je nach Betriebsweise der

Gasturbinenanlage variieren können. Aus diesem Grunde dient eine weitere Vorverdichterstufe für die Zufuhr des für den Verbrennungsvorgang zusätzlich erforderlichen Sauerstoffes unter dem innerhalb des geschlossenen Kreislaufes vorherrschenden Druckbedingungen.

Wie bereits erwähnt, kann alternativ zur Einspeisung zusätzlichen Luftsauerstoffes auch reiner Sauerstoff oder ein Sauerstoffgasgemisch verwendet werden, der bzw. das durch die zusätzliche Vorverdichterstufe einen für die Einkopplung erforderlichen Betriebsdruck erhält. Für die Vielzahl der Möglichkeiten der Gaszusammensetzung soll nachfolgend der Begriff des Sauerstoffträgermittels verwendet werden.

Das aus dem Abhitzeessel austretende Arbeitsmittel wird vorzugsweise nicht vollständig in einem geschlossenen Kreislauf der Verdichtereinheit der Gasturbinenanlage zugeführt, sondern ein gewisser Restanteil wird über eine Bypasseinheit einer Expansionseinheit zugeleitet, in der der Restanteil des Arbeitsmittels vollständig expandiert und die als Niederdruckturbine ausgebildete Expansionseinheit antreibt, wodurch elektrische oder mechanische Energie gewonnen wird. Die Größe des vom Hauptstrom des Arbeitsmittels abgetrennten Restanteils ist mit der Bypasseinheit beliebig regelbar.

Die an der Expansionseinheit gewonnene Energie kann vorzugsweise zum Antrieb der zusätzlichen Vorverdichterstufe für die Einspeisung des Sauerstoffträgermittels in den Kreislauf der Gasturbinenanlage verwendet werden.

Durch die vorgeschlagene Betriebsweise für eine Gasturbinenanlage hinsichtlich einer gezielten Rezirkulation des aus dem Abhitzeessel austretenden Arbeitsmittels, eröffnen sich weitere Optimierungsmöglichkeiten für den Betrieb der gesamten Gasturbinenanlage. So kann der im Inneren der Zuleitung zwischen Abhitzeessel und Verdichtereinheit der Gasturbinenanlage vorherrschende Rezirkulationsdruck durch eine entsprechende, in der Zuleitung vorgesehene Regeleinheit variiert werden. Grundsätzlich stellen sich geringe Rezirkulationsdruckverhältnisse bei niedriger Fahrleistung der Gasturbinenanlage ein sowie höhere Drücke bei hoher Fahrleistung, so dass durch bloße Druckvariation innerhalb des geschlossenen Kreislaufs bspw.

der Teillastbetrieb einer kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage optimiert eingestellt werden kann.

Auch ist es möglich, durch gezielte Variation des Sauerstoffträgersmittels vor Eintritt in die Verdichtereinheit der Gasturbinenanlage die Konzentration der Verbrennungsprodukte innerhalb des Arbeitsmittels einzustellen, das aus dem Abhitzekessel austritt. So kann der Anteil der Verbrennungsprodukte hinsichtlich CO_2 und H_2O derart gesteigert werden, dass eine leichte Abscheidung von Wasser sowie eine Extraktion von CO_2 nach entsprechender Abzweigung des Arbeitsmittels über die Bypasseinheit und Entspannung durch die Expansionseinheit möglich ist.

Kurze Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 schematisierte Blockbilddarstellung einer kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage mit Rezirkulation des aus dem Abhitzedampferzeuger austretenden Arbeitsmittels.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Die Figur 1 zeigt eine Blockbilddarstellung einer kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage, deren Gasturbinenanlage sich aus einer Verdichtereinheit 1, einer Brennkammer 2 und einer Gasturbine 3 zusammensetzt. Die Verdichtereinheit 1, die Gasturbine 3 sowie der Generator G befinden sich auf einer Welle, wie der Figur 1 zu entnehmen ist. Das aus der Gasturbine 3 austretende Arbeitsmittel gelangt unmittelbar in einen Abhitzedampferzeuger 4, der in einen Wasser-Dampf-Kreislauf 5 eingebunden ist.

Selbstverständlich kann es sich bei der Gasturbinenanlage auch um eine Anlage mit sequentieller Verbrennung handeln. Diese Gasturbinenanlagen verfügen über mehr als eine Brennkammer und mehr als eine Gasturbine.

Der im Abhitzedampferzeuger erzeugte Dampf dient zum Antrieb einer Dampfturbine D. Am Austritt des Abhitzedampferzeugers 4 gelangt das Arbeitsmittel in eine Bypasseinheit 7, die eine Aufteilung des Arbeitsmittels hauptsächlich durch eine Zuleitung 6 in Richtung der Verdichtereinheit 1 der Gasturbinenanlage vornimmt. Ein Restanteil gelangt über die Bypasseinheit 7 in eine Expansionseinheit 8, die als Niederdruckturbine ausgebildet ist. Der durch die Expansionseinheit 8 strömende Anteil des Arbeitsmittels gelangt nachfolgend ins Freie.

Der Hauptanteil des aus dem Abhitzedampferzeuger 4 austretenden Arbeitsmittels wird über die Zuleitung 6 zur Verdichtereinheit 1 im Rahmen eines geschlossenen Kreislaufes rezirkuliert. Über eine zusätzliche Vorverdichterstufe 11 sowie einer zwischengeschalteten Regeleinheit 9 gelangt zusätzliche Zuluft 10 in den Stoffstrom des in die Verdichtereinheit 1 einmündenden, rezirkulierten Arbeitsmittels. Der Anteil des Sauerstoffes in der zusätzlichen Zuluft 10 entspricht vorzugsweise jenem, bei der Verbrennung in der Brennkammer 2 verbrauchten Sauerstoffanteils, so dass sich innerhalb des geschlossenen Kreislaufs ein hoher Anteil an Verbrennungsprodukten im Arbeitsmittel einstellt, welcher sich wiederum im Anschluss an die Expansionseinheit 8 aus dem abgeleiteten und expandierten Arbeitsmittel leichter abscheiden lässt, als dies beim Betrieb konventioneller Gas- und Dampfturbinenanlagen der Fall ist. So ist es zum einen möglich, Wasser im Wege an sich bekannter Abscheidetechniken zu gewinnen sowie CO₂ effektiv zu extrahieren.

Da die erfindungsgemäß ausgebildete Gas- und Dampfturbinenanlage nur mit ca. einem Drittel der Zuluft arbeitet, verglichen zu einer konventionellen Gas- und Dampfturbinenanlage, bei der das Arbeitsmittel in herkömmlicher Weise nach Durchtritt durch den Abhitzedampferzeuger über einen Kamin vollständig entweicht, besteht überdies die Möglichkeit, die Zuluft durch ein anderes, Sauerstoff enthaltendes Trägermittel zu ersetzen. So ist es möglich, über die Vorverdichterstufe 11 und die Regeleinheit 9 reinen Sauerstoff oder beispielsweise ein Sauerstoff-CO₂-Gemisch in die Zuleitung 6 einzuspeisen. Auf diese Weise würde man nach entsprechender Wasserabscheidung nach der Expansionsstufe 8 reines CO₂ zur Entsorgung erhalten.

Neben den verbesserten Reinigungs- bzw. Filtereigenschaften des entstehenden Arbeitsmittels weist dieses aufgrund des geringeren Luftüberschusses auch geringere Stickoxidanteile auf.

Bezugszeichenliste

- 1 Verdichtereinheit
- 2 Brennkammer
- 3 Gasturbine
- 4 Abhitzeessel, Abhitzedampferzeuger
- 5 Wasser-Dampf-Kreislauf
- 6 Zuleitung
- 7 Bypasseinheit
- 8 Expansionseinheit
- 9 Regeleinheit
- 10 Sauerstoffträgermittel, Zuluft
- 11 Vorverdichterstufe
- G Generator
- D Dampfturbine

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Gasturbinenanlage bestehend aus mindestens einer Verdichtereinheit (1), mindestens einer Brennkammer (2) und mindestens einer Gasturbine (3), bei der Zuluft (10) verdichtet, mit Brennstoff vermischt und zur Verbrennung gebracht wird, wodurch ein Arbeitsmittel entsteht, das die mindestens eine Gasturbine (3) antreibt, und bei der die im Arbeitsmittel enthaltene Wärme nach Verlassen der Gasturbinenanlage genutzt wird, indem das Arbeitsmittel durch einen Abhitzekessel (4) geleitet wird,
dadurch **gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Teil des aus dem Abhitzekessel (4) austretenden Arbeitsmittels der Gasturbinenanlage zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**, dass das aus dem Abhitzekessel (4) austretende Arbeitsmittel in einem geschlossenen Kreislauf zu Zwecken seiner Verdichtung der Gasturbinenanlage rezirkuliert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Gasturbinenanlage, neben dem rezirkulierten Arbeitsmittel, mittels eines Sauerstoffträgermittels (10) Sauerstoff in Form von reinem Sauerstoff, von Luft oder einem Sauerstoff-Gas-Gemisch zumindest in dem Masse zugeführt wird, wie dieser bei der Verbrennung verbraucht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch **gekennzeichnet**, dass ein Teil des aus dem Abhitzekessel (4) austretenden Arbeitsmittels zum Antrieb einer Expansionseinheit (8) verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch **gekennzeichnet**, dass durch die Expansionseinheit (8) elektrische und/oder mechanische Energie gewonnen wird, die der Verdichtung des Sauerstoffträgermit-

tels (10) und/oder des zur Gasturbinenanlage rezirkulierten Arbeitsmittels verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass in dem geschlossenen Rückführkreislauf ein gezielter Arbeitsdruck in Abhängigkeit der Betriebsweise der Gasturbinenanlage einstellbar ist.

7. Gasturbinenanlage mit mindestens einer Verdichtereinheit (1), mindestens einer Brennkammer (2) sowie mindestens einer Gasturbine (3), die von einem Arbeitsmittel durchströmbar ist, das einem Abhitzekeessel (4) zuleitbar ist, in dem die im Arbeitsmittel enthaltene Wärme nutzbar ist, dadurch **gekennzeichnet**, dass vom Abhitzekeessel (4) zur mindestens einen Verdichtereinheit (1) der Gasturbinenanlage eine Zuführleitung (6) führt, durch die der mindestens einen Verdichtereinheit (1) wenigstens ein Teil des aus dem Abhitzekeessel (4) austretenden Arbeitsmittels zuführbar ist.

8. Gasturbinenanlage nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Zuführleitung (6) einen geschlossenen Kreislauf, in Art eines geschlossenen Rückführsystems, bildet.

9. Gasturbinenanlage nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass am Austritt des Abhitzekeessels (4) eine Bypasseinheit (7) vorgesehen ist, die zumindest einen Teil des aus dem Abhitzekeessel (4) austretenden Arbeitsmittels einer Expansionseinheit (8) zuführt.

10. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine Regeleinheit (9) am Eintritt der Verdichtereinheit (1) vorgesehen ist, mittels der der Anteil zwischen dem rezirkuliertem Arbeitsmittel und dem Sauerstoffträgermittel (10) regelbar ist.

11. Gasturbinenanlage nach Anspruch 10,
dadurch **gekennzeichnet**, dass eine zusätzliche Vorverdichterstufe (11) vorgesehen ist, die das Sauerstoffträgermittel (10) vorverdichtet.
12. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Abhitzeessel (4) ein Abhitzedampferzeuger ist, der in einem Wasser-Dampf-Kreislauf (5) integriert ist.
13. Gasturbinenanlage nach Anspruch 12,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der im Abhitzedampferzeuger (4) erzeugte Dampf zum Antrieb einer Dampfturbine (D) dient.

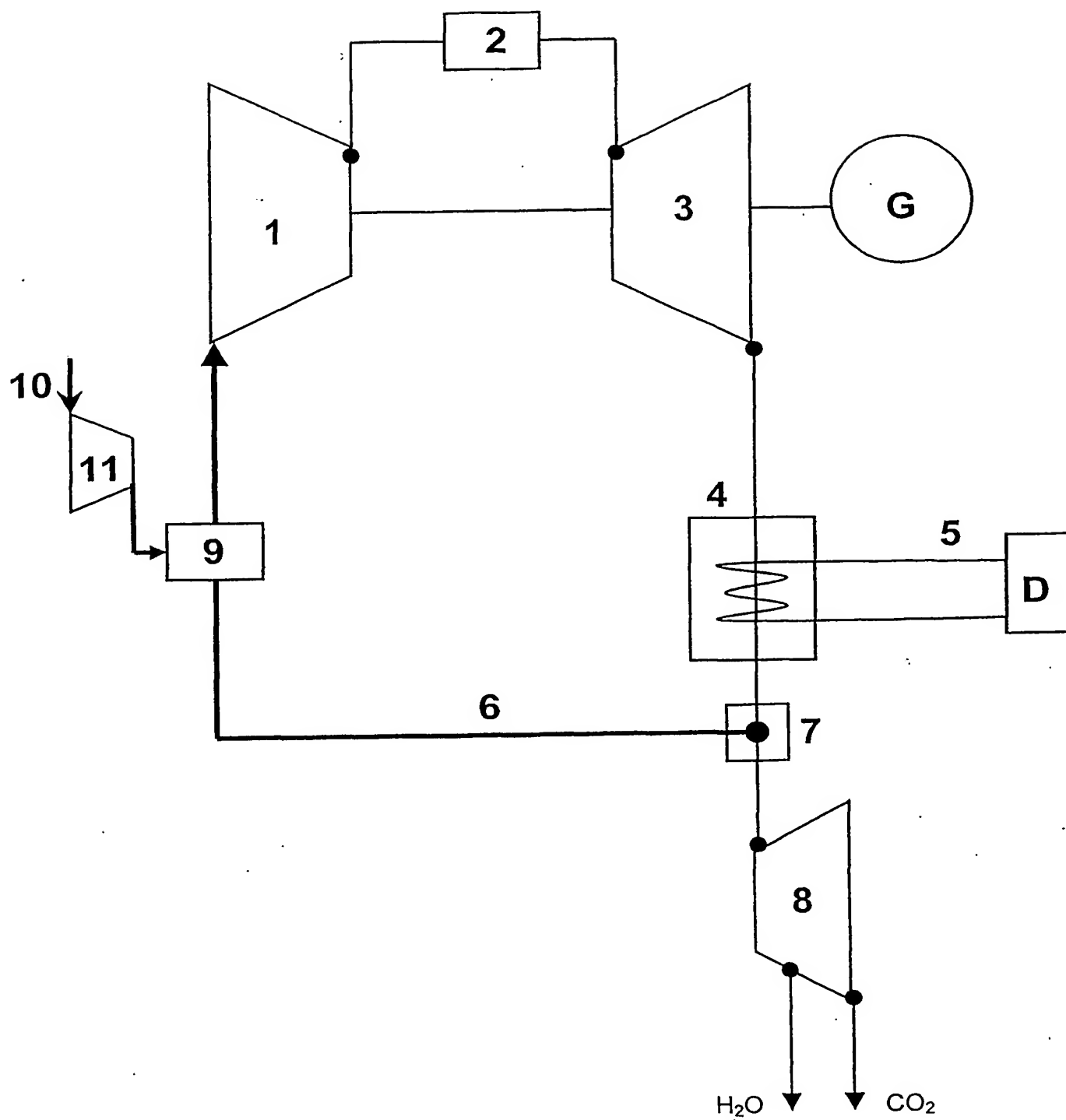


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/IB 01/02075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02C3/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X | US 5 782 081 A (MORI HIDETAKA ET AL) 21 July 1998 (1998-07-21) figure 1 | 1-9, 11-13 |
| X | DE 197 28 151 A (LINDE AG ;NORSKE STATS OLJESELSKAP (NO)) 7 January 1999 (1999-01-07) figures | 1-3,7,8, 10-13 |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 February 2002

Date of mailing of the international search report

25/02/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Argentini, A

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | FIASCHI D ET AL: "Exergy analysis of the semi-closed gas turbine combined cycle (SCGT/CC)" ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, OXFORD, GB, vol. 39, no. 16-18, 12 November 1998 (1998-11-12), pages 1643-1652, XP004138896 ISSN: 0196-8904 the whole document | 1-3,7,8, 10-13 |
| X | US 5 809 768 A (SUGISHITA HIDEAKI ET AL) 22 September 1998 (1998-09-22) figures | 1-3,7,8, 10-13 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In International Application No

PCT/IB 01/02075

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|-------------------------------|--------------------------|
| US 5782081 | A | 21-07-1998 | NONE | |
| DE 19728151 | A | 07-01-1999 | DE 19728151 A1 NO 983082 A | 07-01-1999 04-01-1999 |
| US 5809768 | A | 22-09-1998 | NONE | |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02C3/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|---------------------|
| X | US 5 782 081 A (MORI HIDETAKA ET AL) 21. Juli 1998 (1998-07-21) Abbildung 1 | 1-9, 11-13 |
| X | DE 197 28 151 A (LINDE AG ;NORSKE STATS OLJESELSKAP (NO)) 7. Januar 1999 (1999-01-07) Abbildungen | 1-3, 7, 8, 10-13 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *G* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Februar 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/02/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Argentini, A

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|--|---|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | FIASCHI D ET AL: "Exergy analysis of the semi-closed gas turbine combined cycle (SCGT/CC)" ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, OXFORD, GB, Bd. 39, Nr. 16-18, 12. November 1998 (1998-11-12), Seiten 1643-1652, XP004138896 ISSN: 0196-8904 das ganze Dokument --- | 1-3,7,8, 10-13 |
| X | US 5 809 768 A (SUGISHITA HIDEAKI ET AL) 22. September 1998 (1998-09-22) Abbildungen ----- | 1-3,7,8, 10-13 |

INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 01/02075

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| US 5782081 | A | 21-07-1998 | KEINE | | |
| DE 19728151 | A | 07-01-1999 | DE NO | 19728151 A1 983082 A | 07-01-1999 04-01-1999 |
| US 5809768 | A | 22-09-1998 | KEINE | | |